

Appliquer le nez électronique pour reconnaître et suivre en continu de mauvaises odeurs dans l'environnement

Jacques NICOLAS
FUL – Arlon (Belgique)



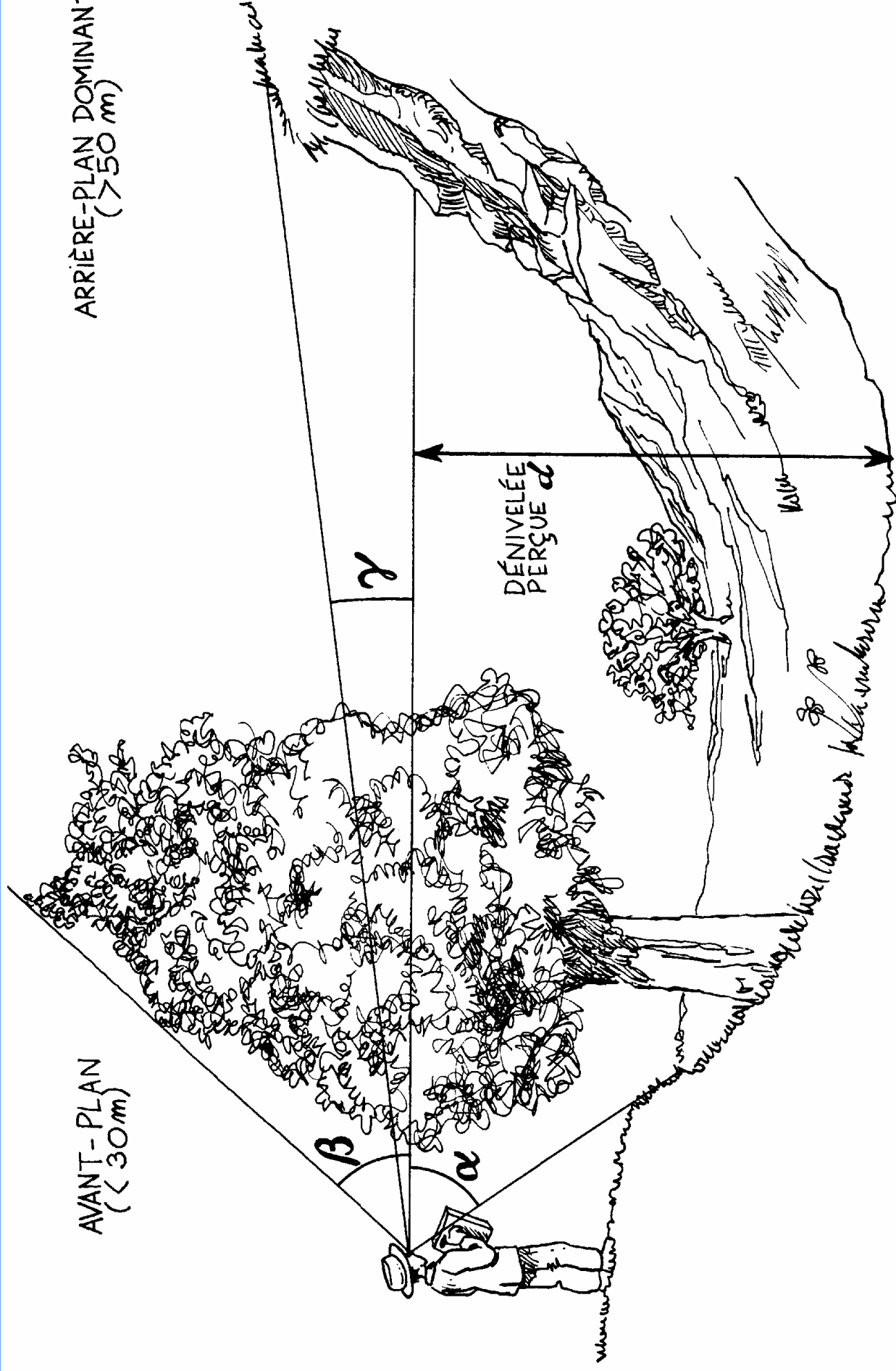
reconnaître suivre
des ambiances gazeuses





AVANT-PLAN
($< 30\text{ m}$)

ARRIÈRE-PLAN DOMINANT
($> 50\text{ m}$)



PROTECTION DES BERGES

Auteur Date

Fiche n° secteur observation

LOCALISATION

Commune pays Situation ☐ berge G
☐ berge D
☐ lit

Cours d'eau

NATURE

☐ mur en maçonnerie ☐ enrochements ☐ bricolage
☐ mur en béton ☐ palplanches (profilés) ☐ Autre ...
☐ perrés non jointoyés ☐ tunage (piquets bois)
☐ gabions (paniers) ☐ épis (déflecteurs de courant)

AUTEUR DE LA PROTECTION

☐ particulier ☐ administration

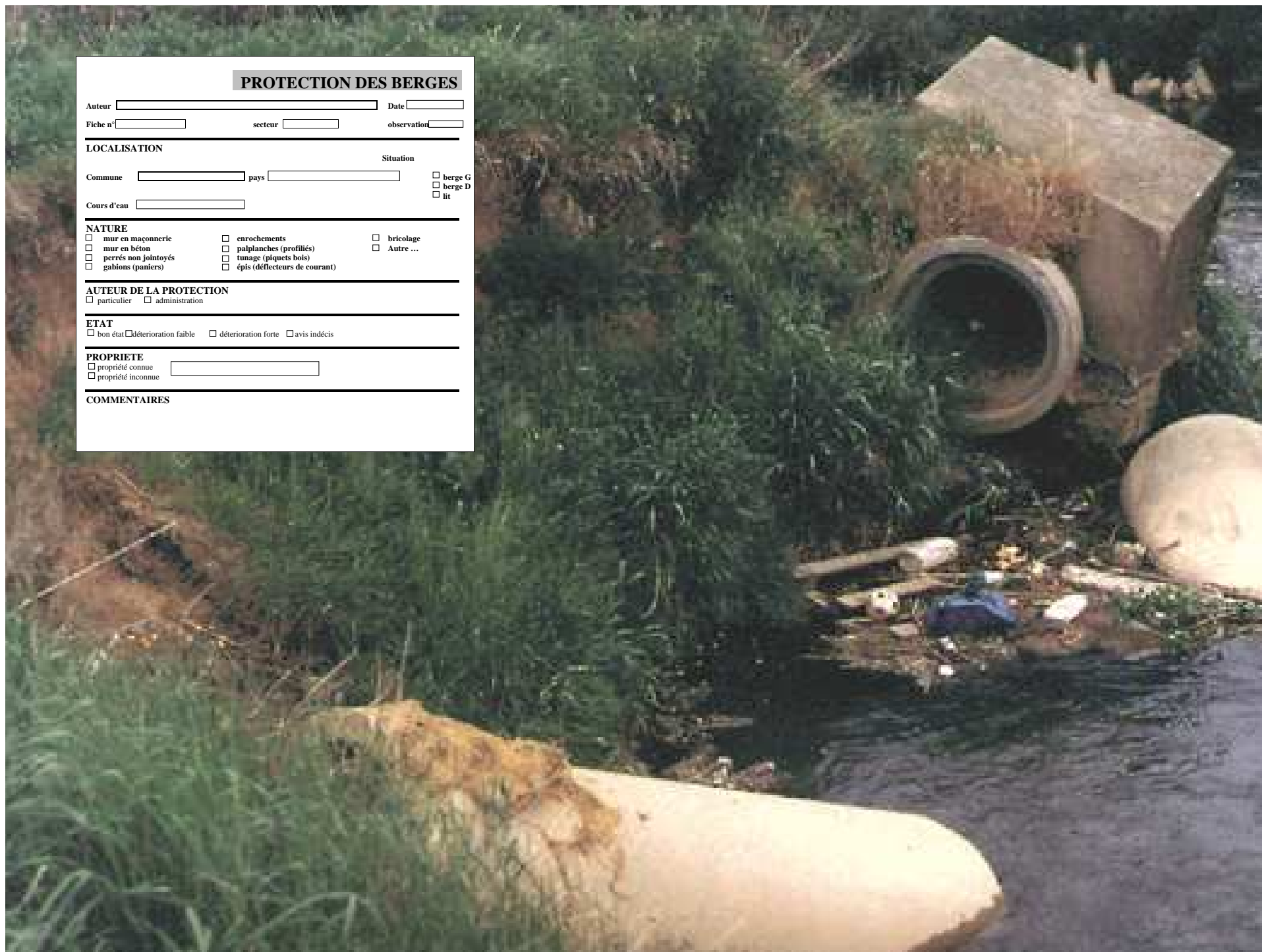
ETAT

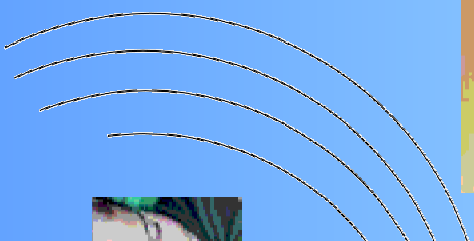
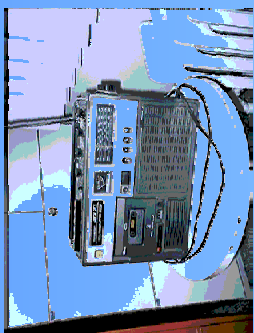
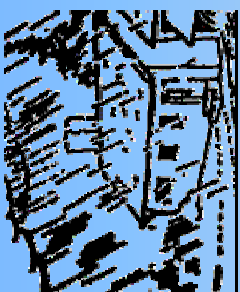
☐ bon état ☐ détérioration faible ☐ détérioration forte ☐ avis indécis

PROPRIETE

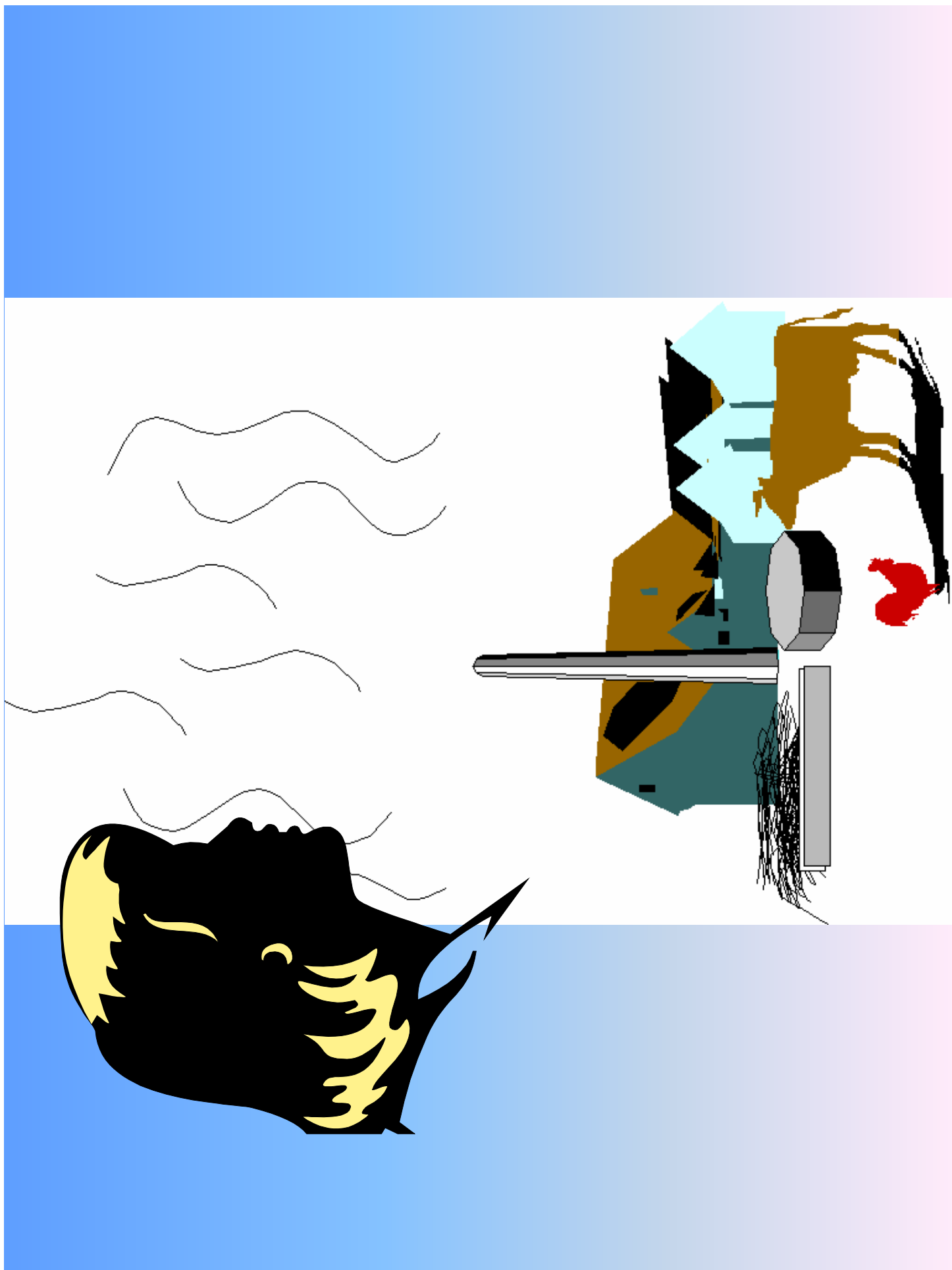
☐ propriété connue
☐ propriété inconnue

COMMENTAIRES



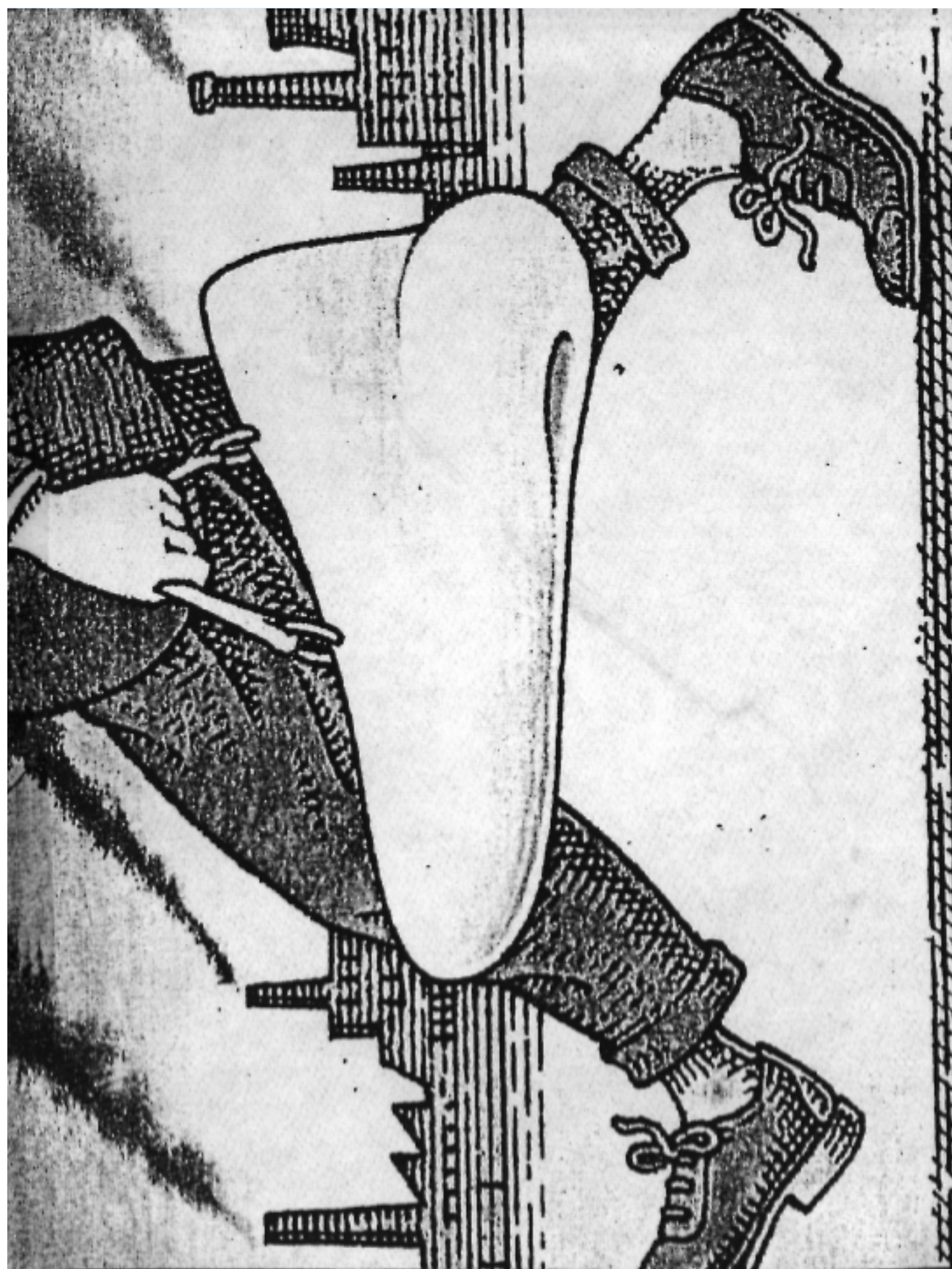


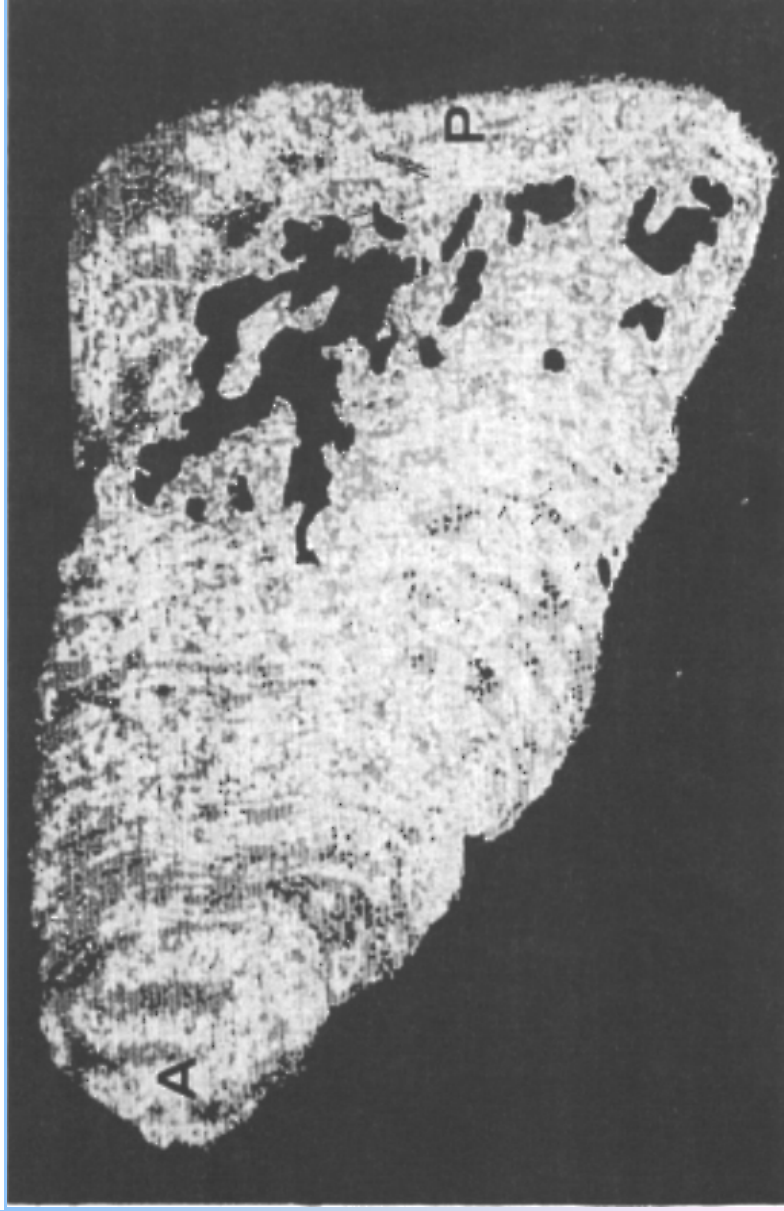
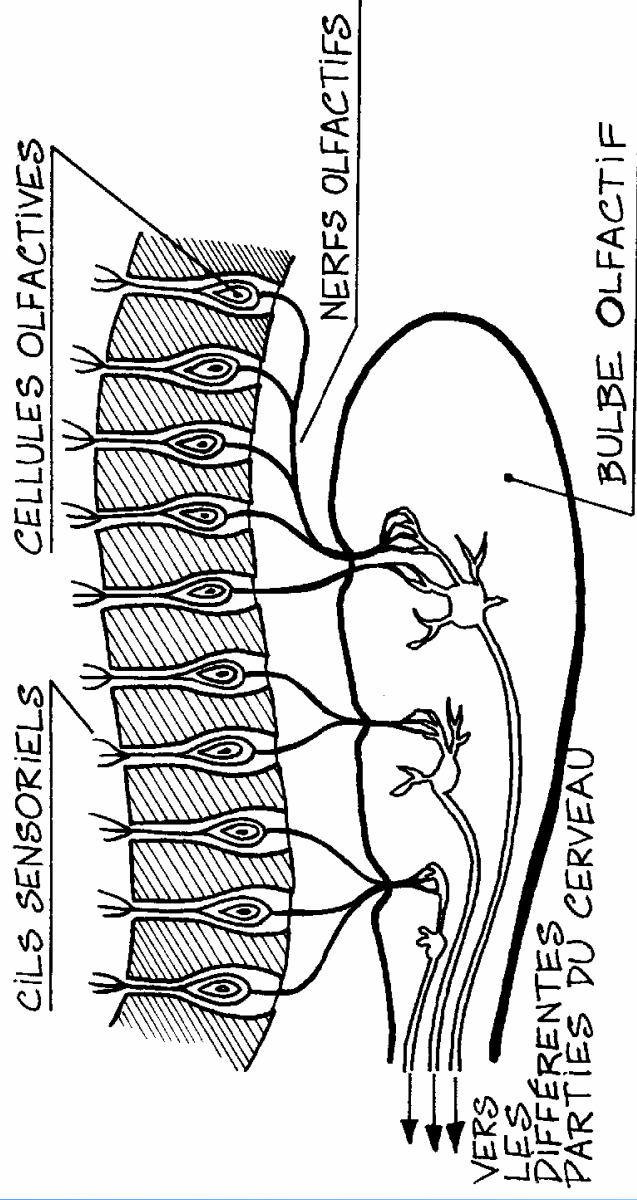




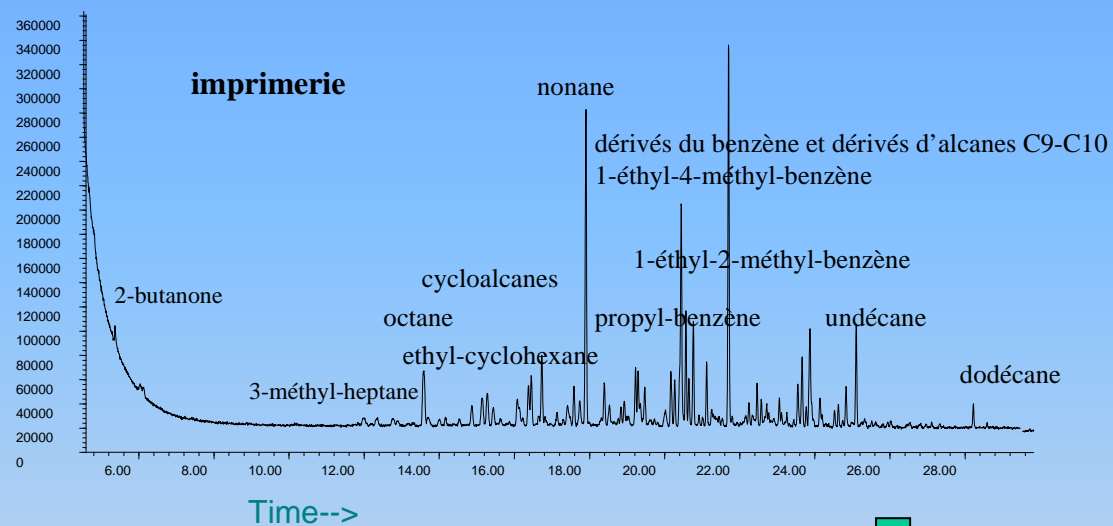
Odeur = pollution «de luxe » ?

- créneau de recherche peu exploré
- correspond à un nombre élevé de plaintes dans la population
- odeur = signal d'alarme
- indicateur de bon ou de mauvais fonctionnement d'un process
- généralisation à d'autres mélanges gazeux à faible concentration

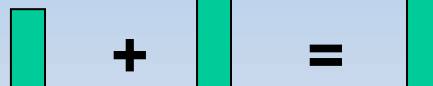




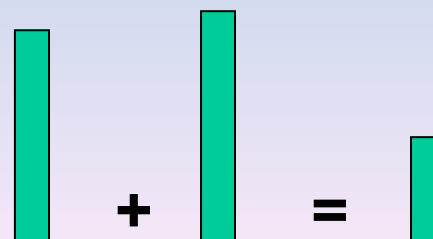
Abundance



synergie



inhibition

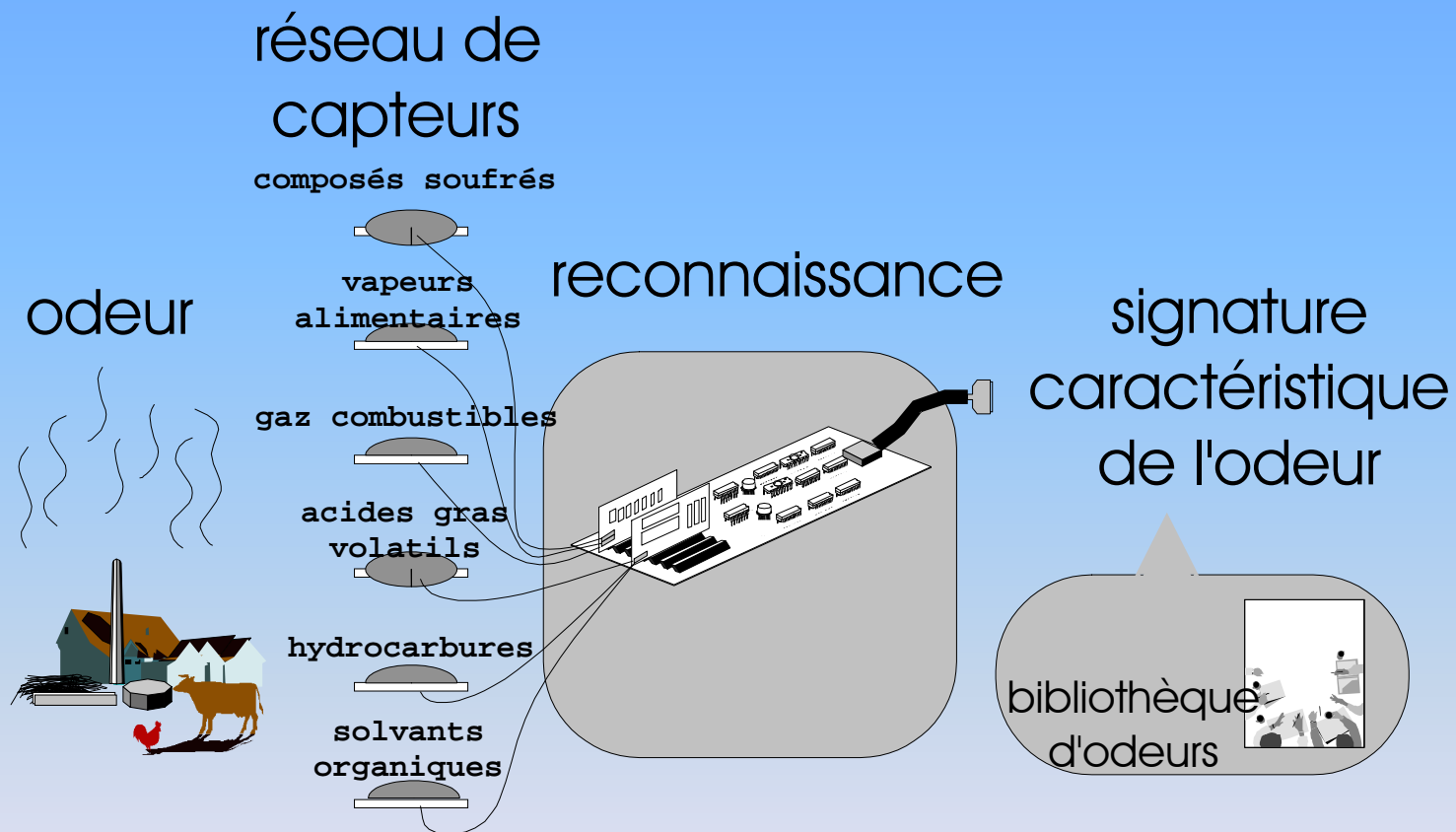


C'EST FACILE
À UTILISER ?

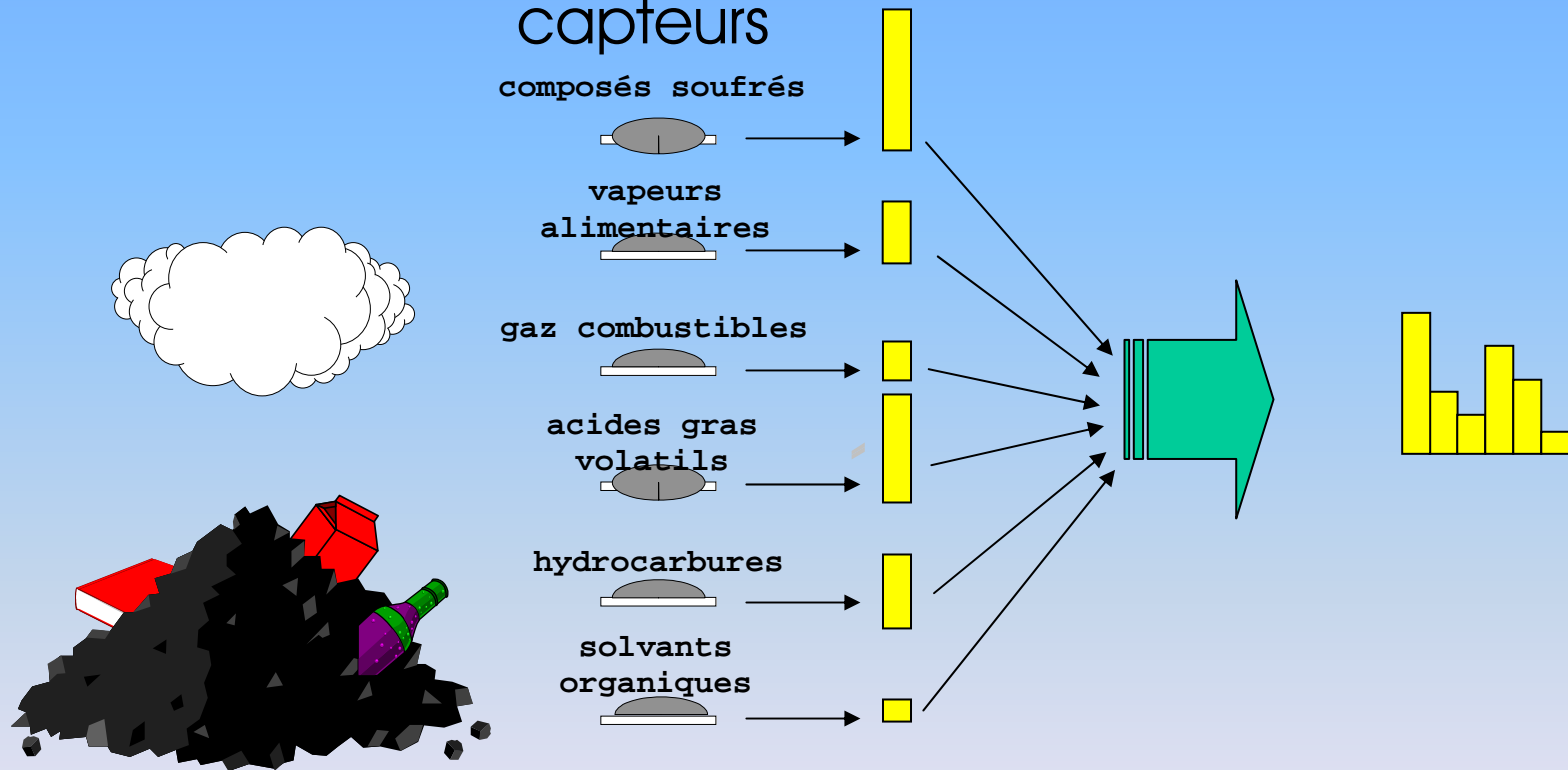
LES DOIGTS
DANS LE NEZ !



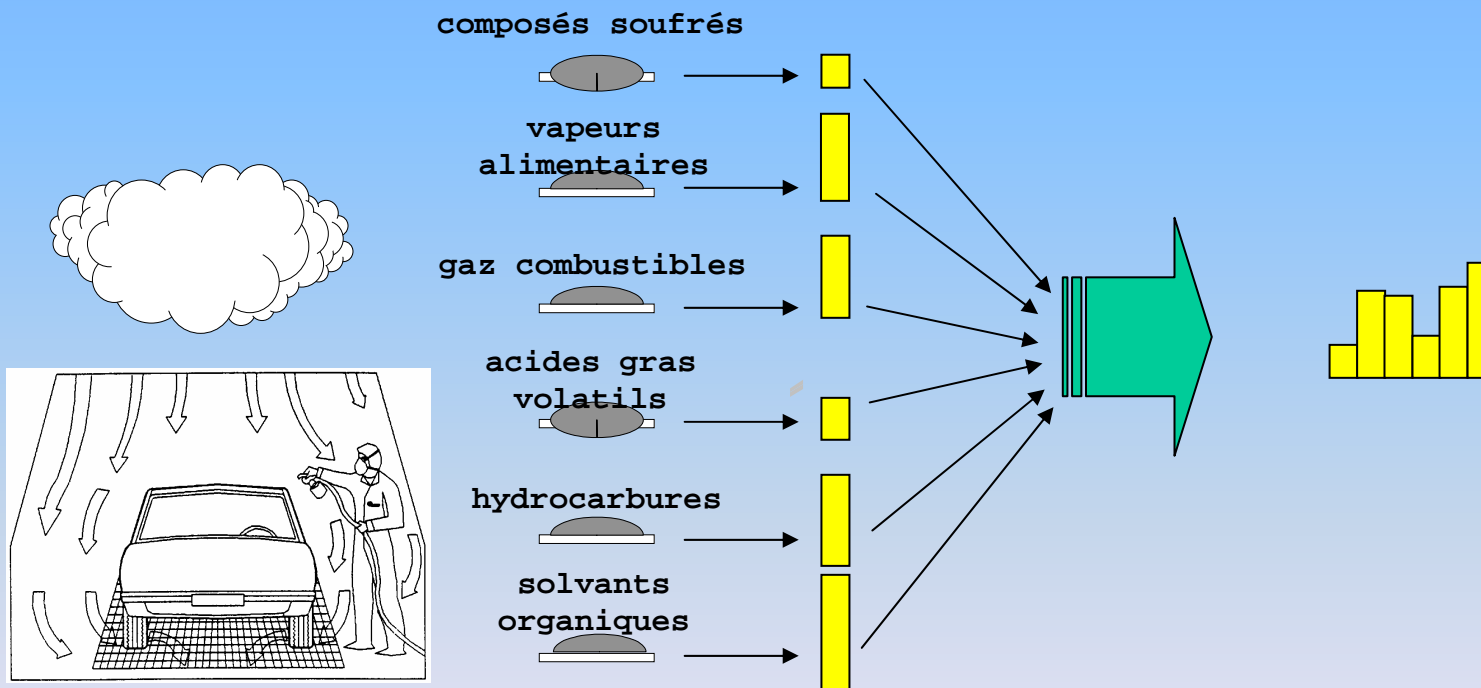
© 1988 by the author. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without permission in writing from the publisher.

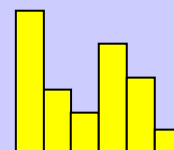
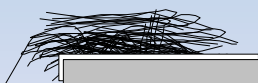
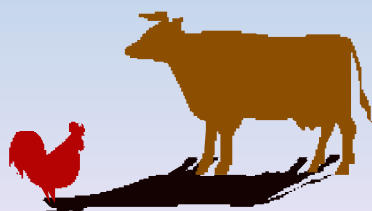
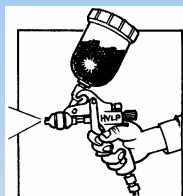
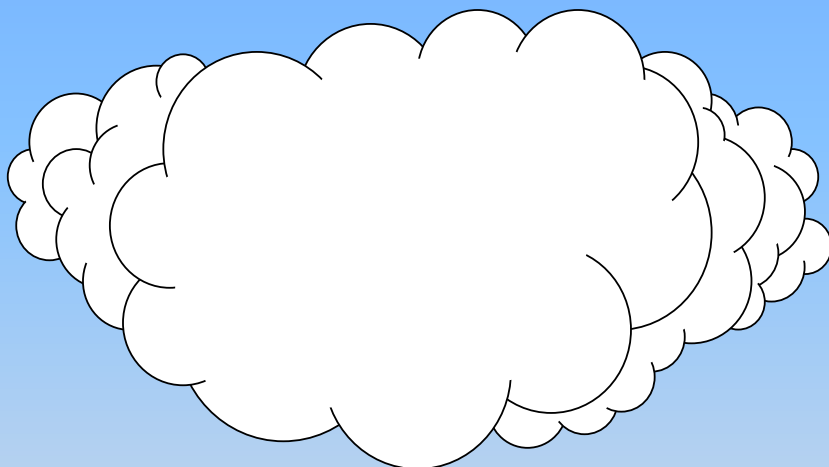
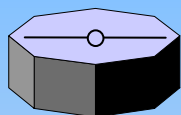
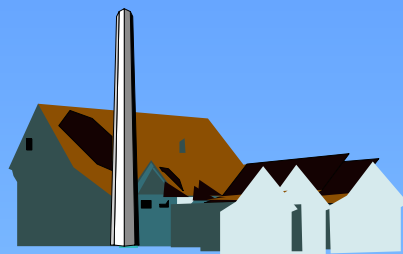
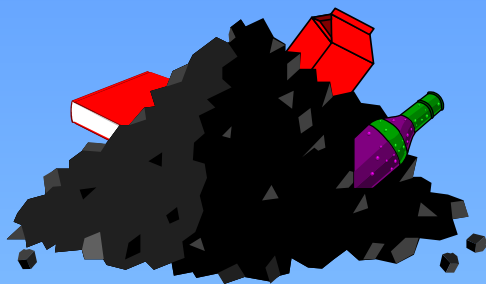


réseau de capteurs

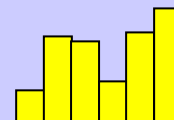


réseau de capteurs

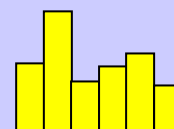




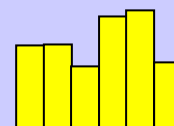
décharge



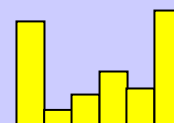
carrosserie



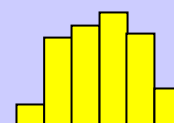
Station
d'épuration



élevage



compost



papeterie

réseau de capteurs

composés soufrés



vapeurs
alimentaires



gaz combustibles



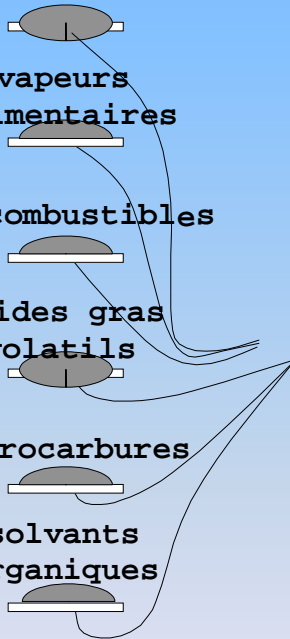
acides gras
volatils



hydrocarbures



solvants
organiques



Réseau de capteurs à oxyde d'étain



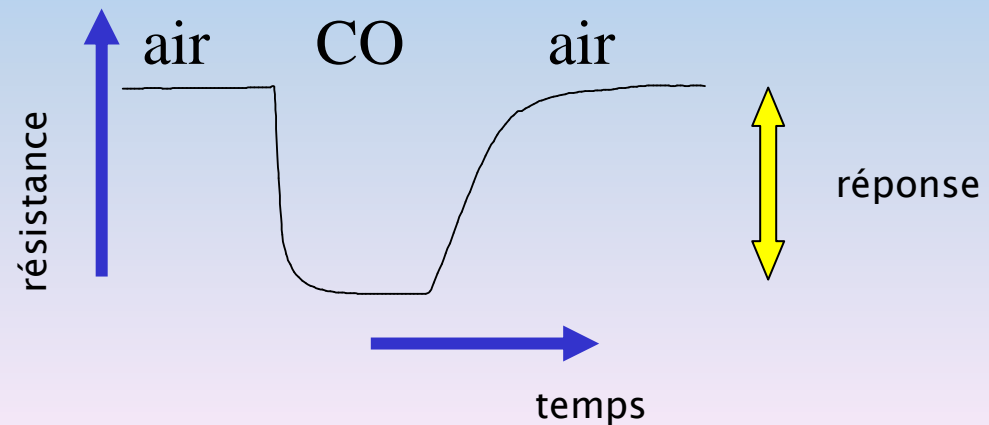
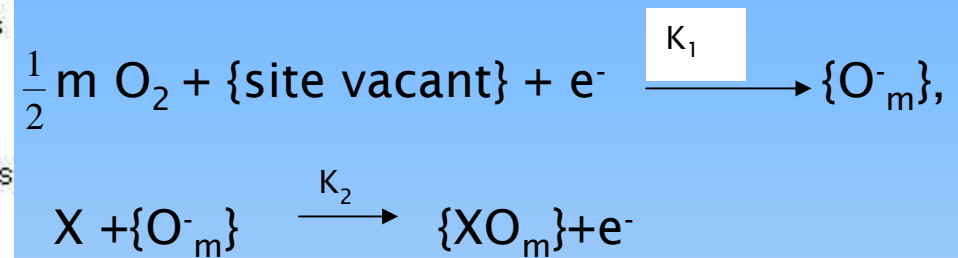
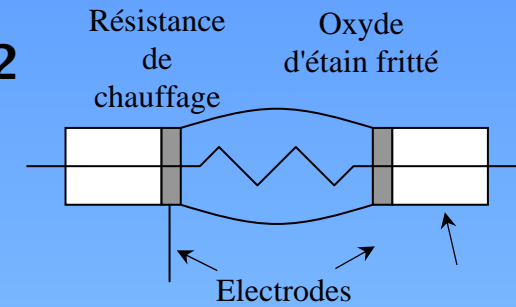
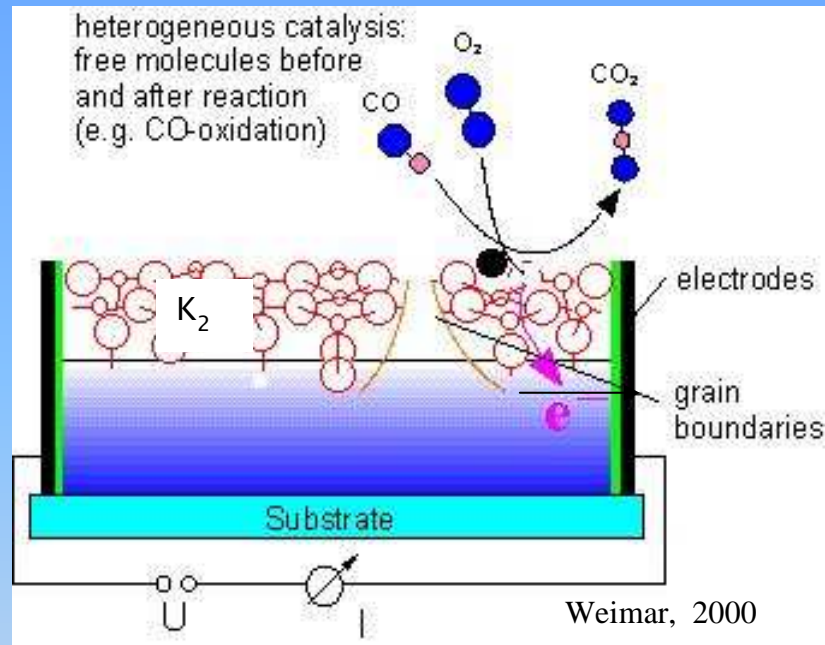
Changement de la conductivité électrique quand un composé gazeux interagit avec la surface

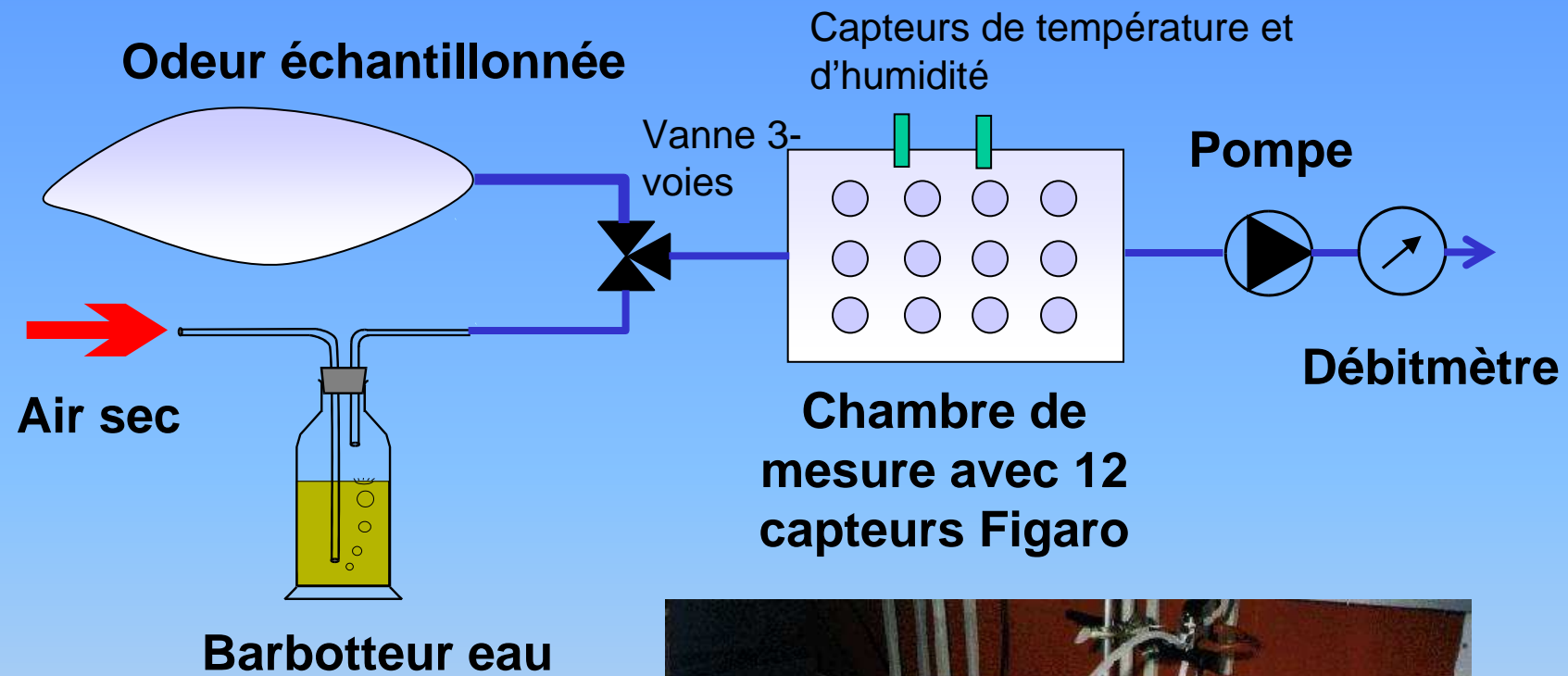
Inconvénient : doit être chauffé au-dessus de 300°C

Avantages : robuste, disponible commercialement, "non sélectif"

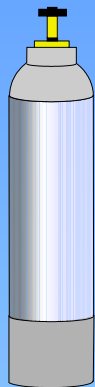
Capteurs

Principe de fonctionnement du capteur SnO2

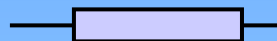




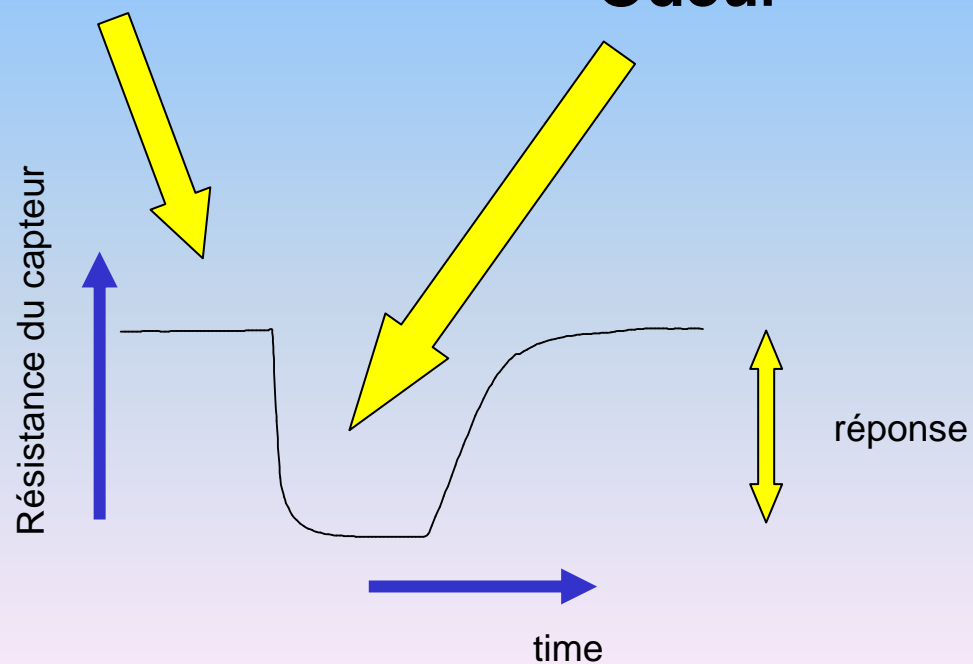
Procédure classique au laboratoire



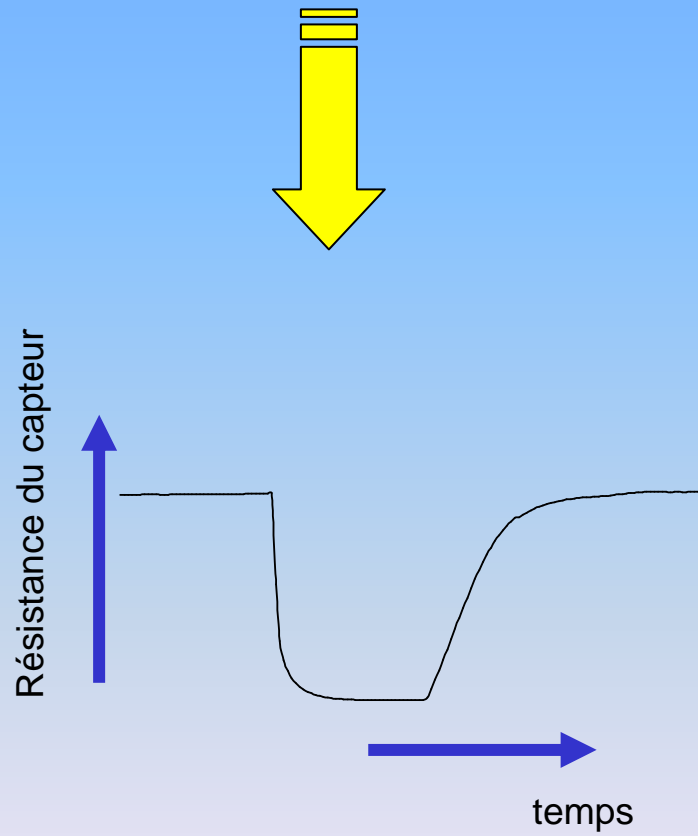
Air pur non-odorant
(soit une bouteille, soit un filtre à charbon actif)



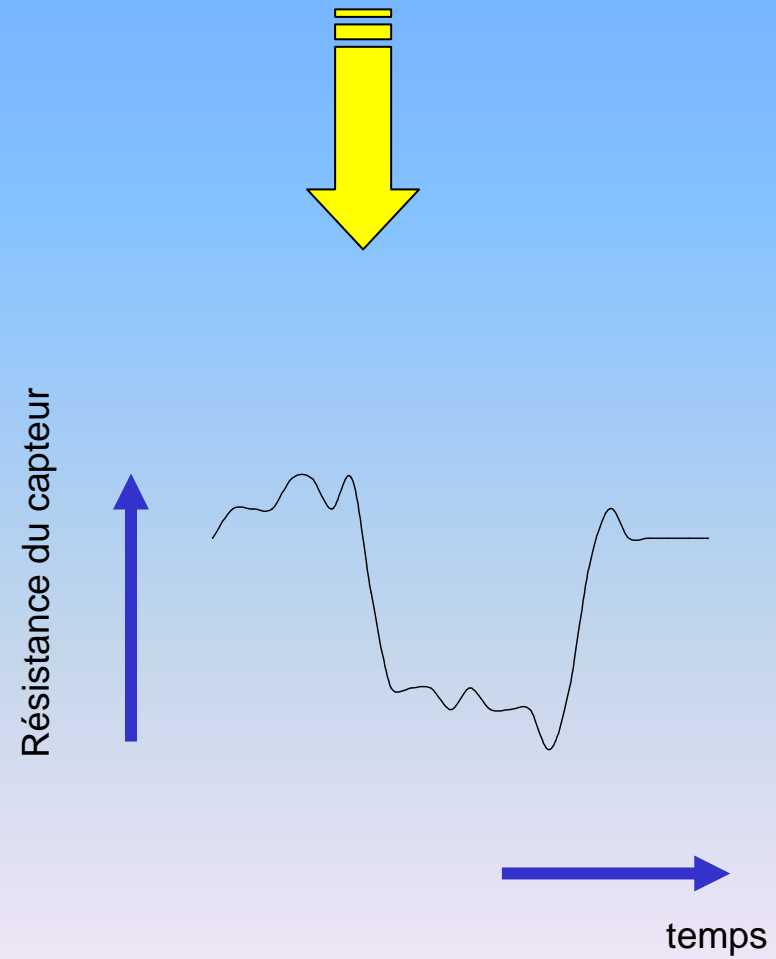
Odeur



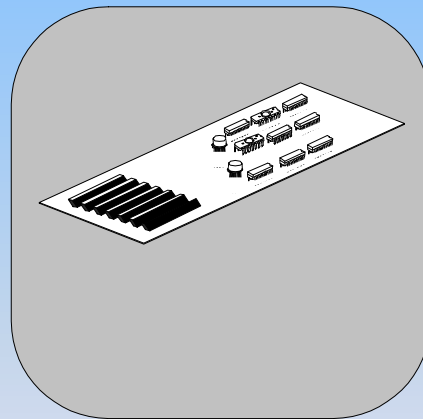
Au laboratoire



Odeur environnementale



reconnaissance



Techniques de reconnaissance de “motifs” (PARC)

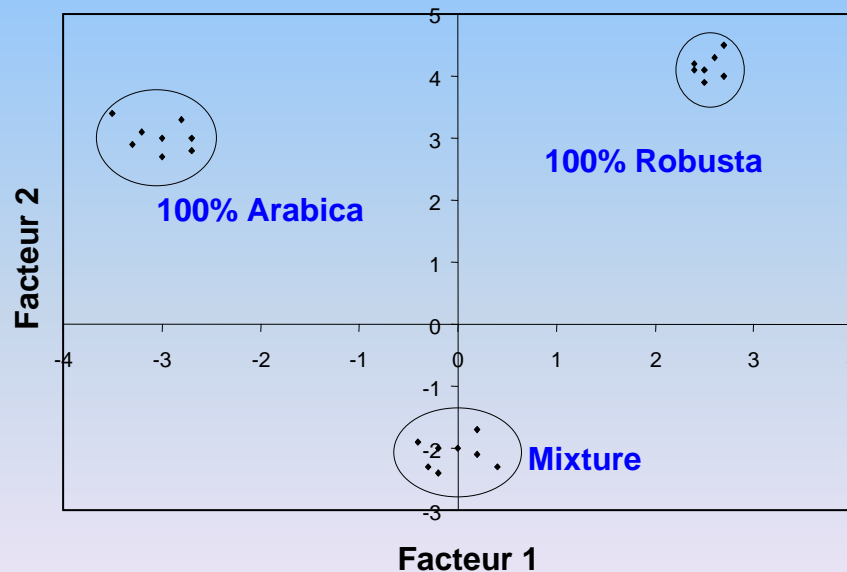
Procédures non-supervisées (**Regroupement**)

(Analyse des Composantes Principales, Réseaux de Neurones - Self Organising Maps, ...)

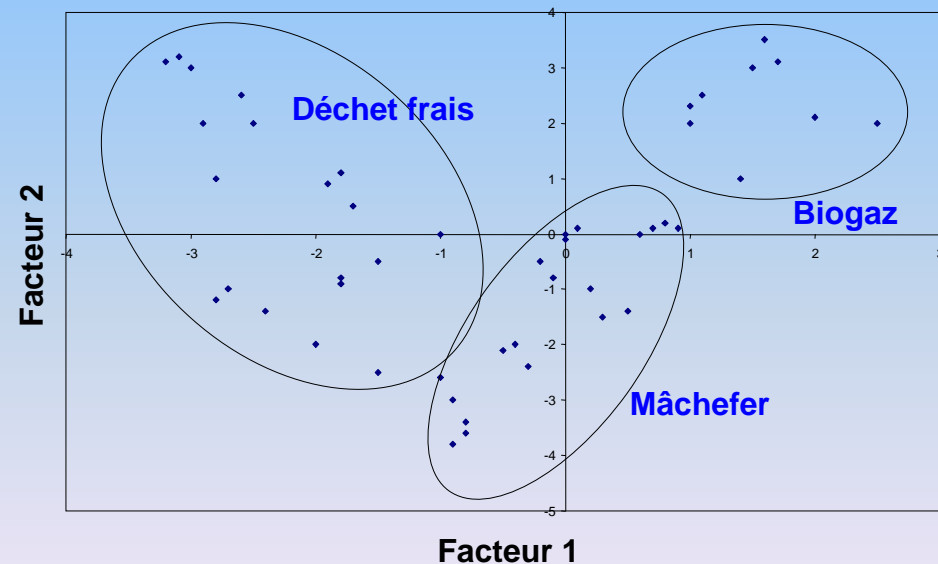
Libres de répondre aux données d'entrée et de construire un “modèle” capable de regrouper les observations qui possèdent des comportements similaires relativement aux signaux des capteurs



outils d'évaluation



Laboratoire



Environnement

Techniques de reconnaissance de “motifs” (PARC)

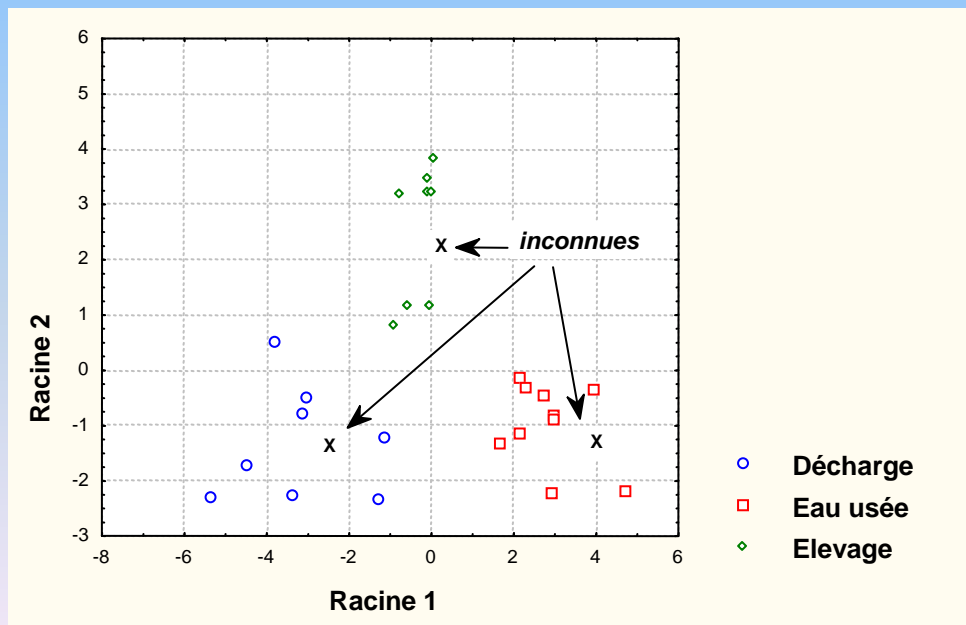
Procédures supervisées (**Classification**)

(Analyse des Fonctions Discriminantes, ANN - Backpropagation, ...)

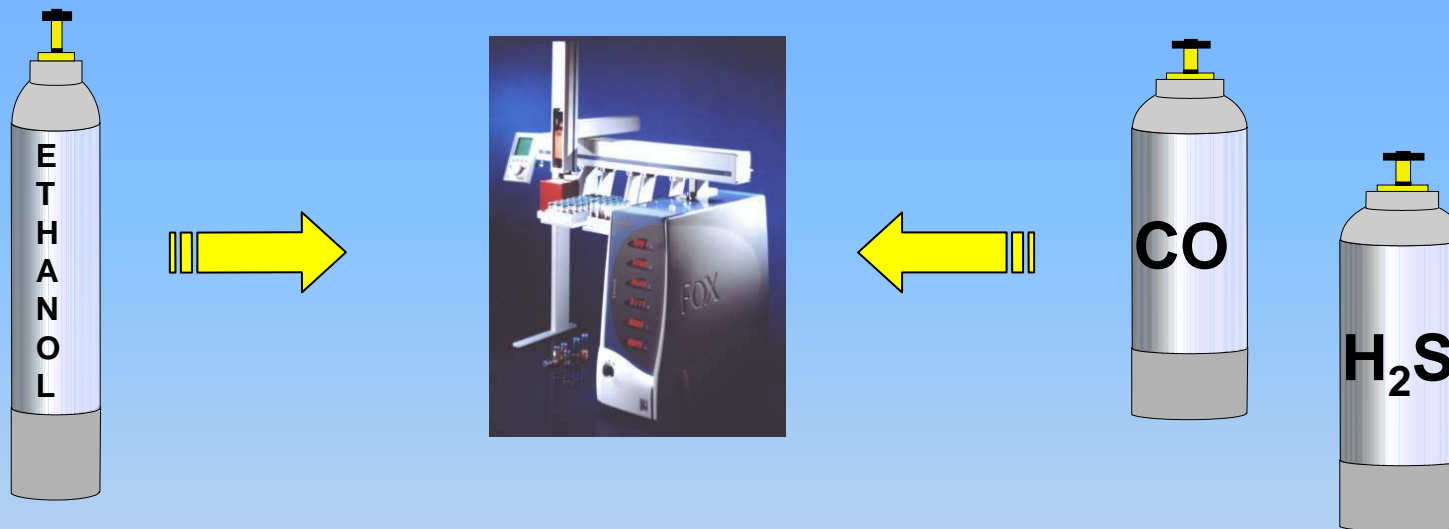
Pendant une “phase d’apprentissage”, les signaux d’entrée sont mis en relation avec les sources odorantes et l’appartenance à un groupe spécifique est connu



**Modèle pour la
reconnaissance en temps
réel d’odeurs inconnues**



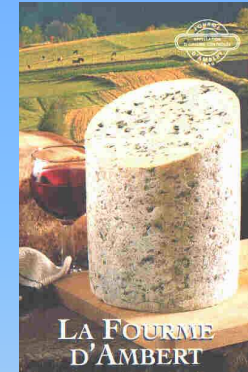
Premier type d'application : gaz purs ou mélanges simples



Intérêt

- Test des performances du réseau
- Test des différentes procédures mathématiques
- Test des différentes conditions opératoires
- Alternative quand le capteur n'existe pas ou s'il est cher (BTX)

Deuxième type d'application : espace de tête au dessus de liquides, d'aliments, ...



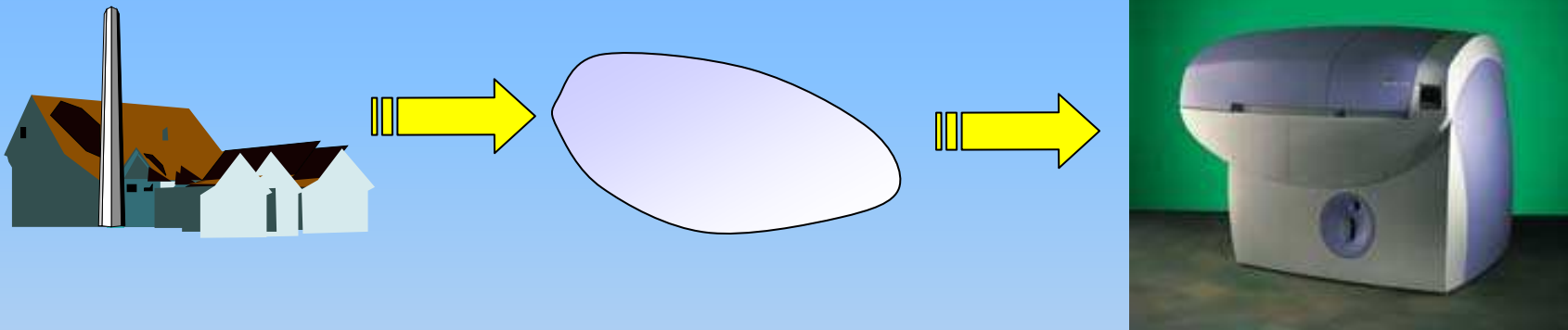
Problème déjà plus compliqué :

- Composition gazeuse variable

Mais :

- Plus ou moins les mêmes composés principaux
- Espace de tête, reproductible

Troisième type d'application : atmosphères réelles échantillonnées dans l'environnement



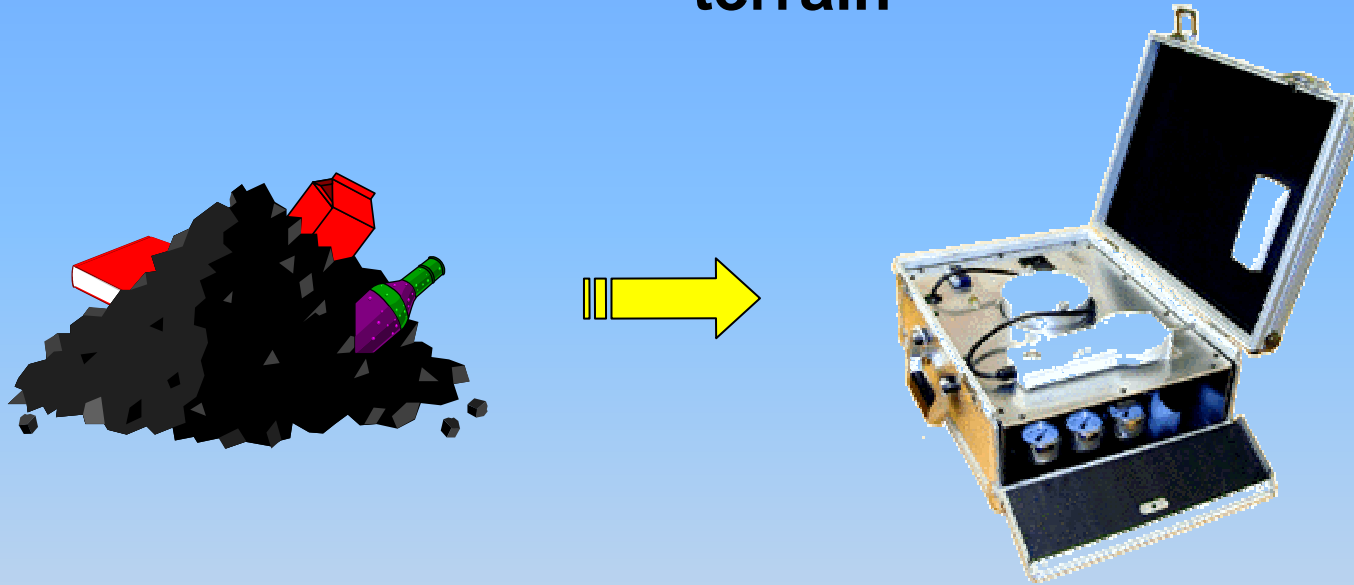
Problème de l'échantillonnage sur le terrain :

- Mélange chimique changeant
- Risques, incertitudes
- Influence des paramètres ambiants

Mais :

- Conditions de laboratoire reproductibles

Quatrième type d'application :
Mesure d'atmosphères réelles directement sur le terrain



Cumul de toutes les difficultés :

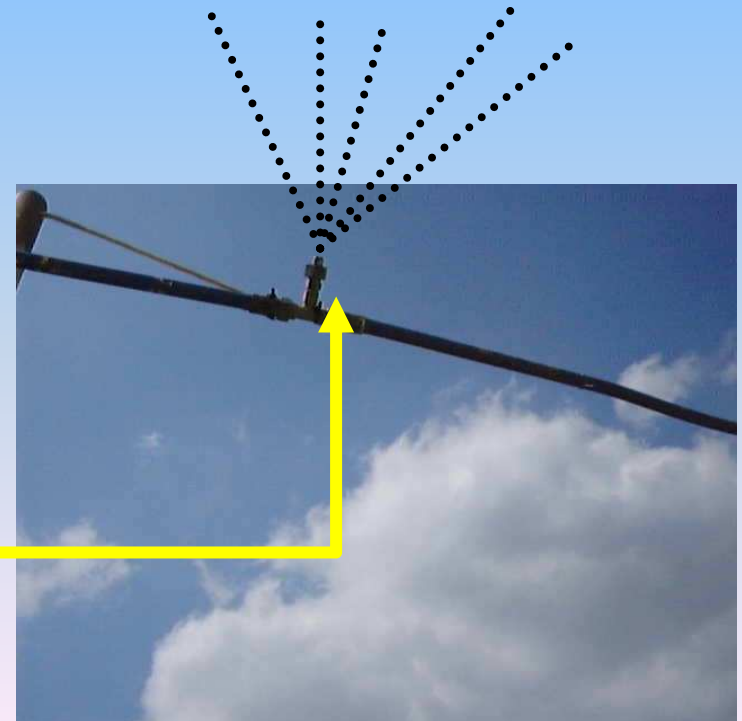
- Mélange chimique changeant
- Risques, incertitudes
- Influence des paramètres ambiants
- Conditions opératoires non reproductibles

Difficulté supplémentaire : Evaluation d'une Odeur

Unité « Surveillance de l'Environnement » à la FUL :
Application du principe du nez électronique (avec des capteurs à oxyde d'étain) pour reconnaître et suivre en continu des mauvaises odeurs réelles, directement sur le terrain.

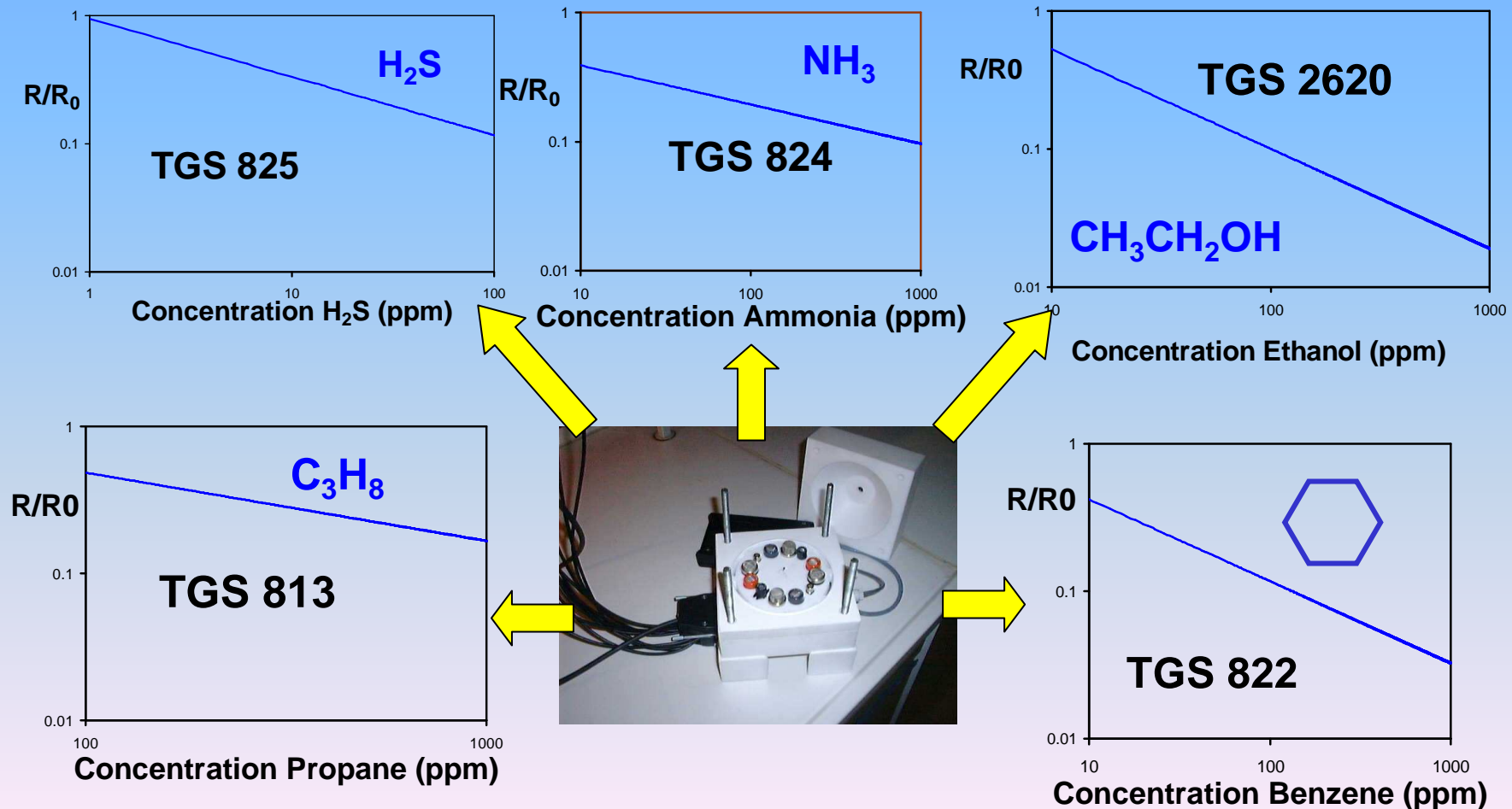
Buts :

- Comprendre l'émission d'odeur
- Contrôler des techniques d'abattement



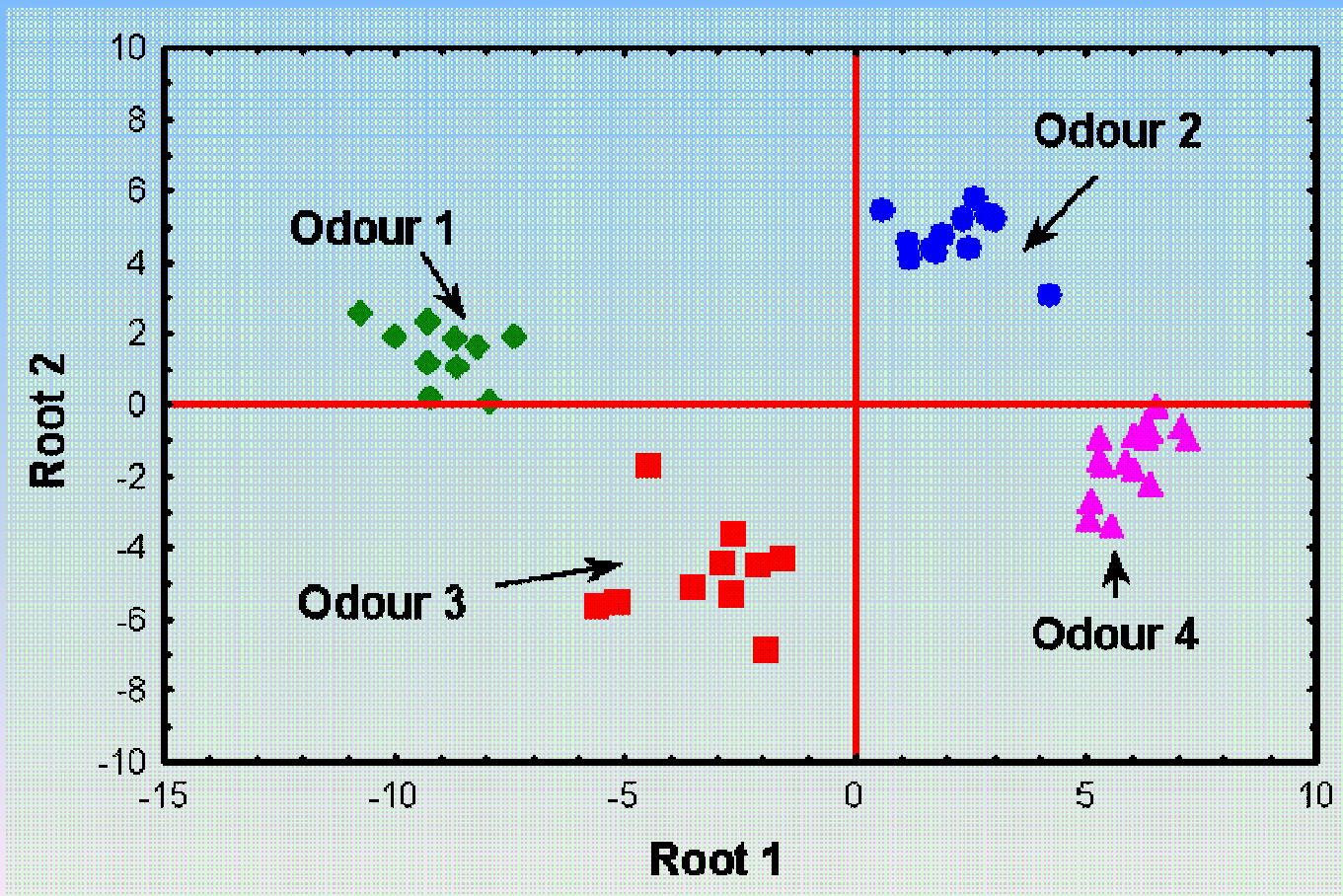
Mesurer une odeur :

1. Choix des capteurs adéquats



Mesurer une odeur :

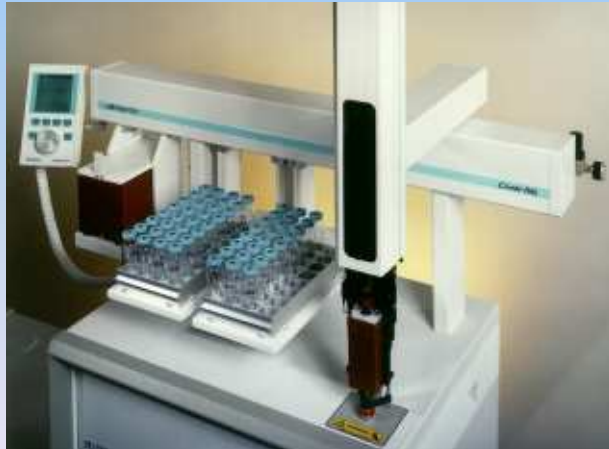
2. Reconnaissance supervisée en ciblant les « odeurs »





Instruments commerciaux

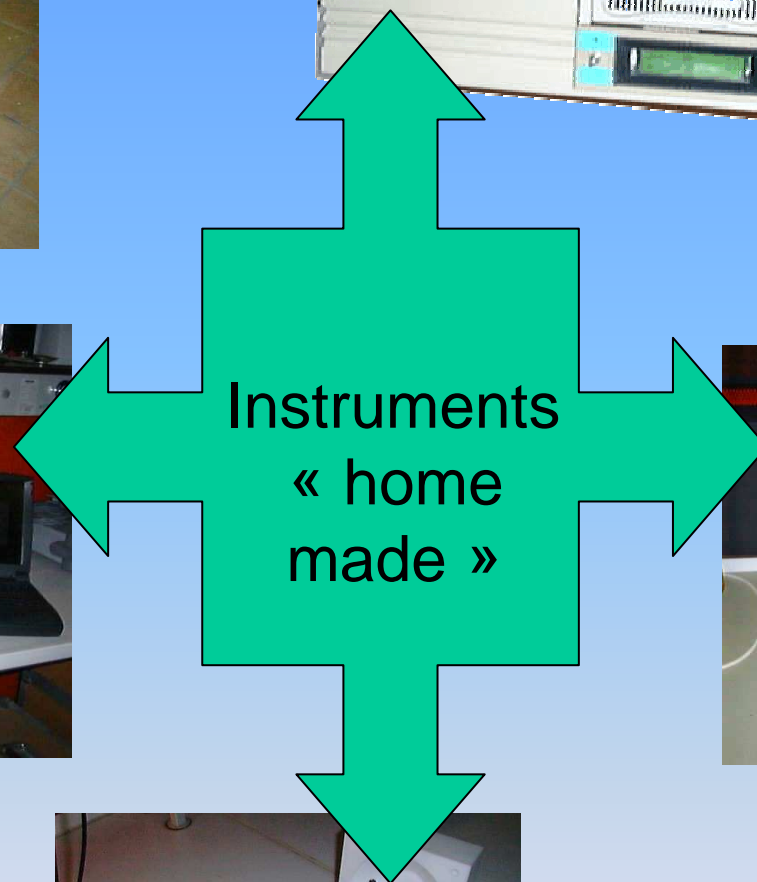
- Chers
- Destinés surtout à des applications de laboratoire



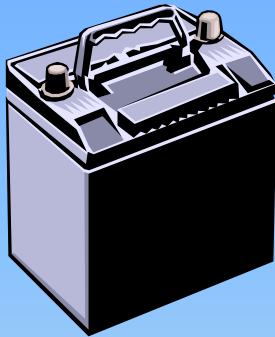
Instrument de terrain :

- Simple
- Transportable
- Maintenance réduite





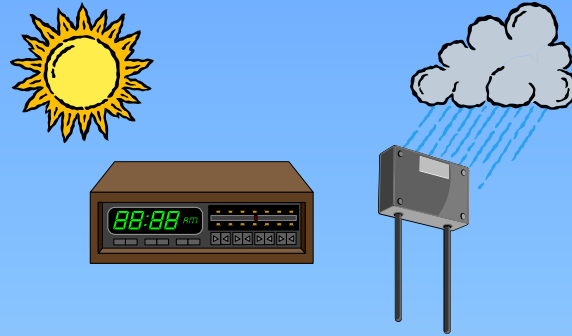
Problèmes : Non-disponibilité du réseau électrique



12 capteurs « Figaro »

- 10 W avec la série « TGS800 »
- 3 W avec la série « TGS2000 »
- 0.25 W avec une technologie « Films minces »

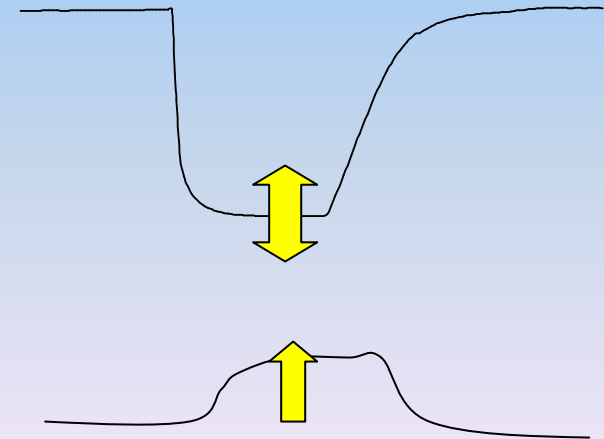
Problèmes : Influence des paramètres ambiants



- Humidité de l'air
- Température
- Vitesse du vent

L'humidité de l'air fait partie de l'odeur globale : impossible de sécher ou de saturer le gaz échantillonné

Vapeur d'eau



Problèmes : Faibles concentrations à l'immission



10 ppm

1 ppm

100 ppb

10 ppb



Equarrissage



Atelier de peinture



**Station
d'épuration**

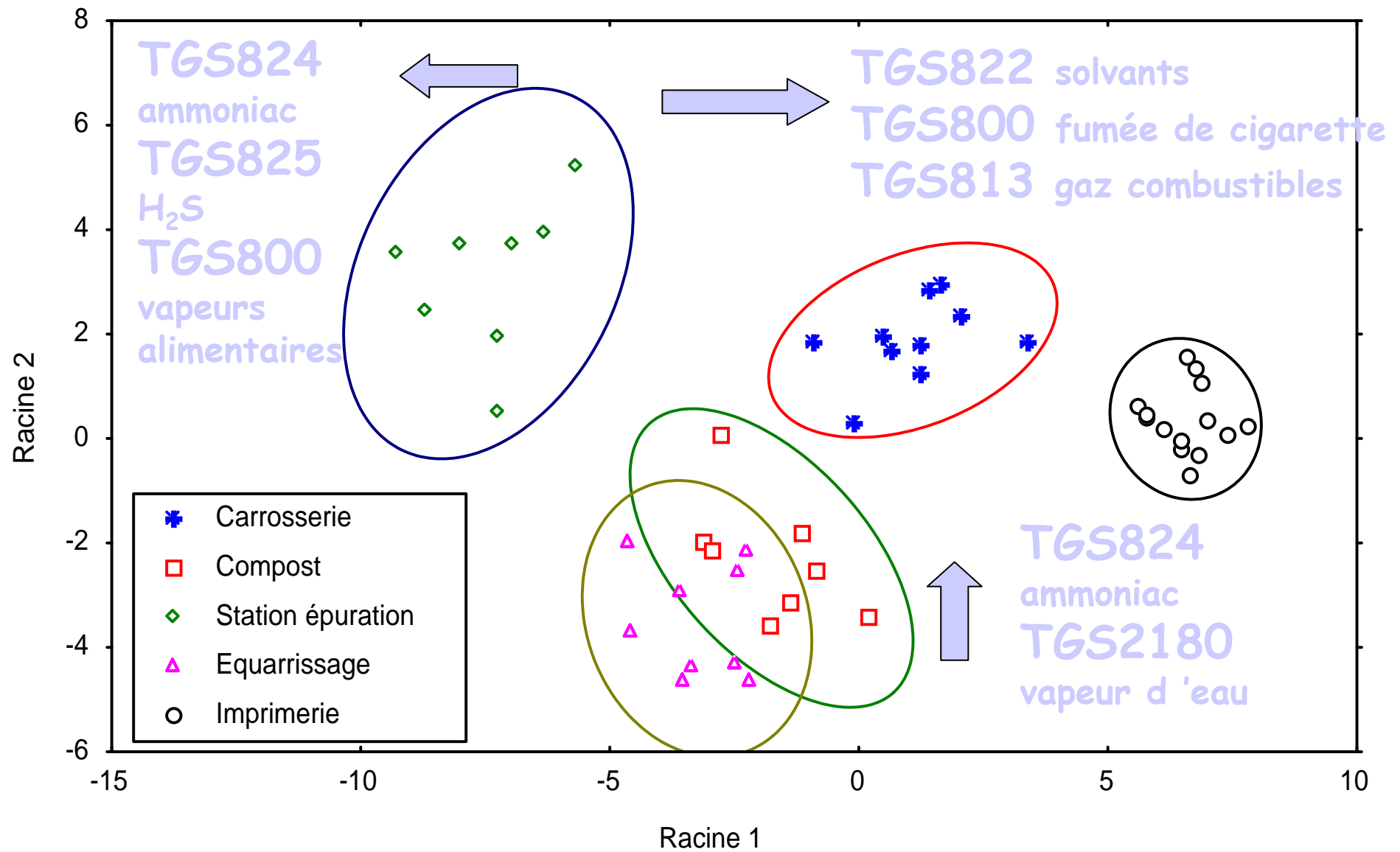


**Compostage de
déchets ménagers**



Imprimerie

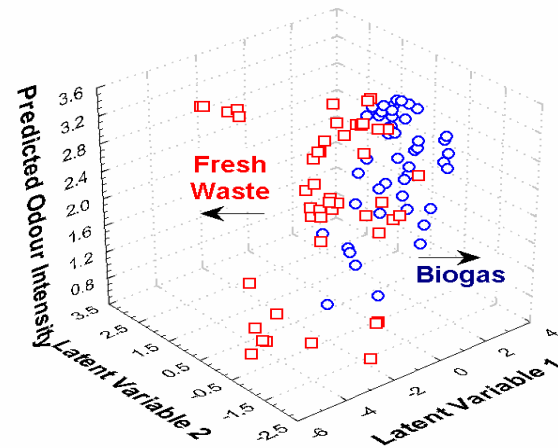
59 échantillons – 7 mois (Mars-Octobre) – conditions climatiques variables –
Conditions opératoires variables



Relier les signaux des capteurs à l'intensité de l'odeur (telle que perçue par l'opérateur)



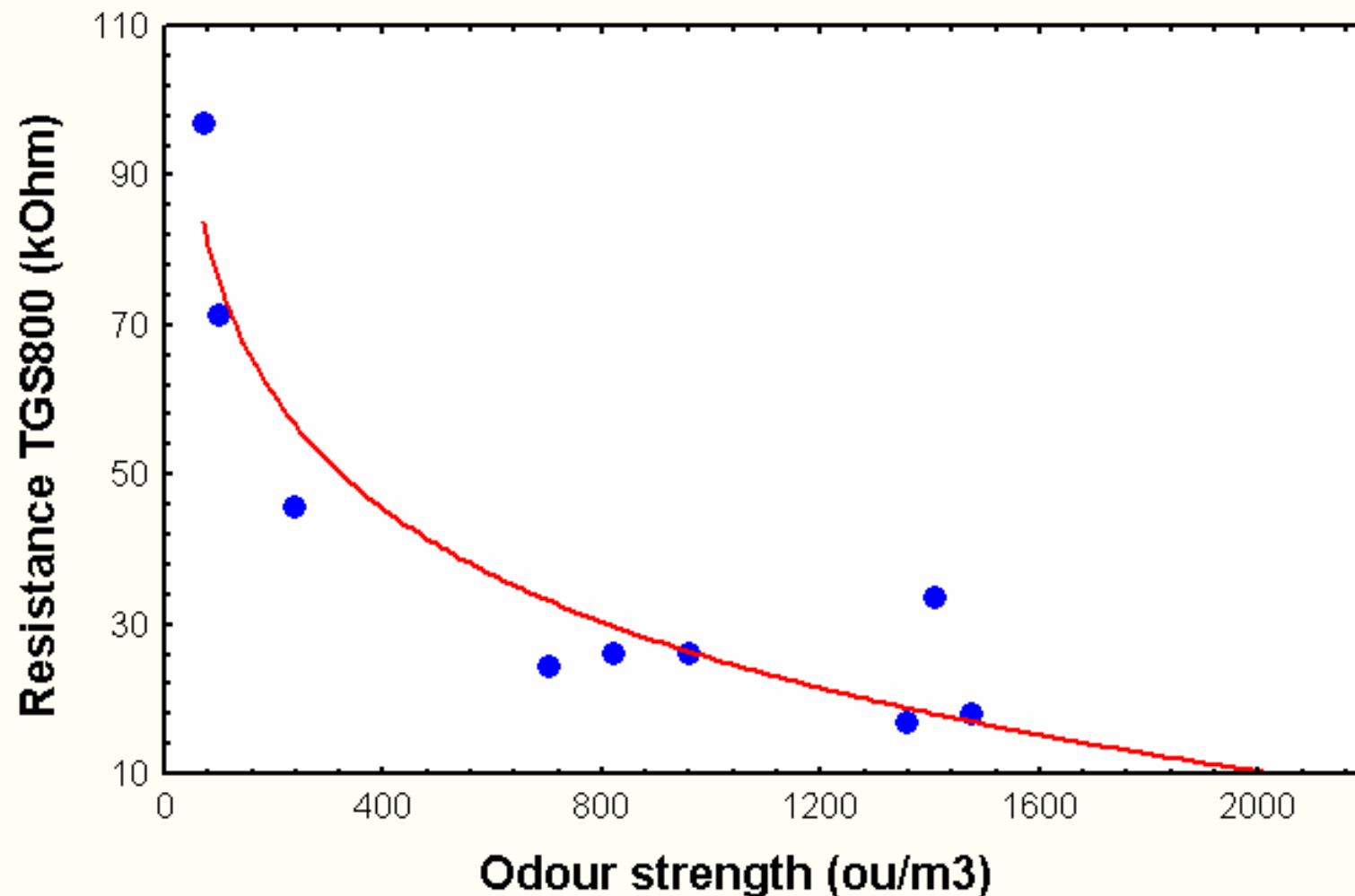
- Près des déchets frais ou près des puits d'extraction du biogaz
- 141 observations (69 « déchets frais » and 72 « biogaz »)
- Sensation de l'intensité de l'odeur sur une échelle à 4 niveaux



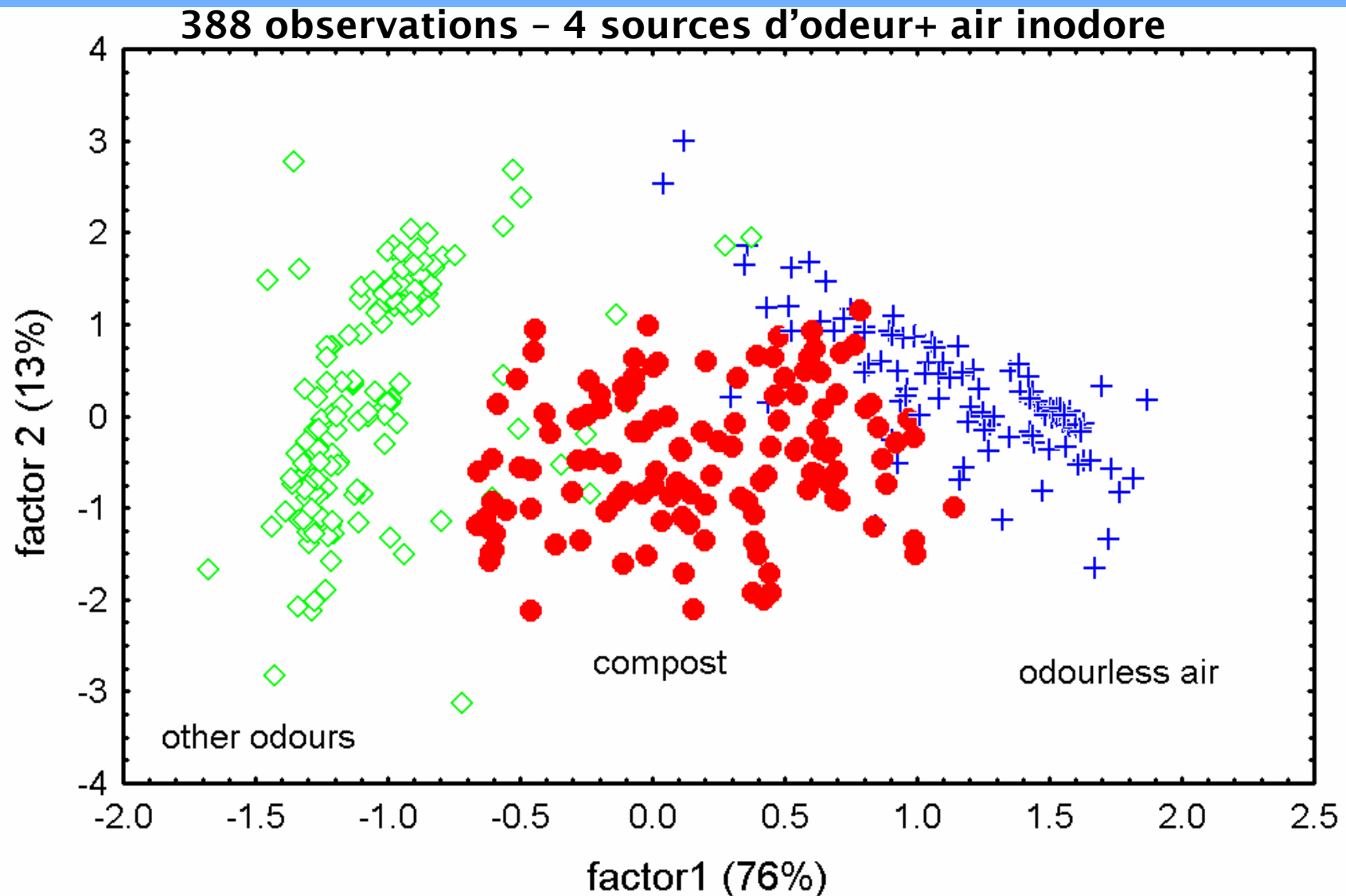
Partial Least Squares regression
(PLS)

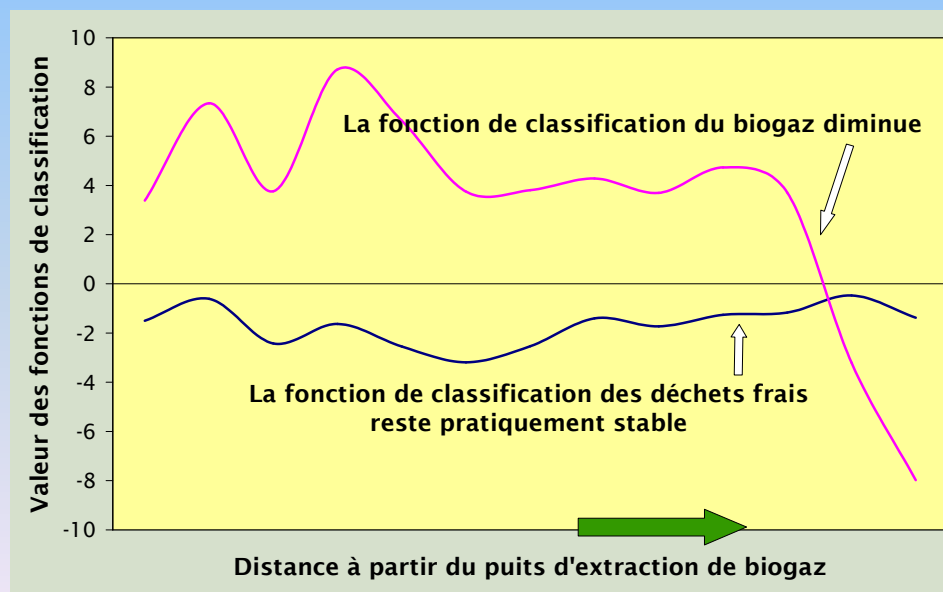
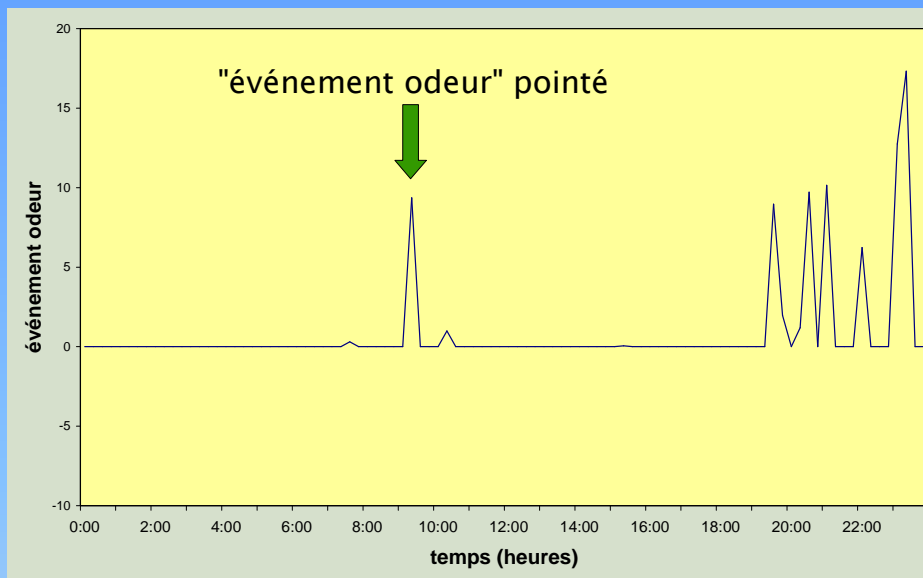
71% of good predictions

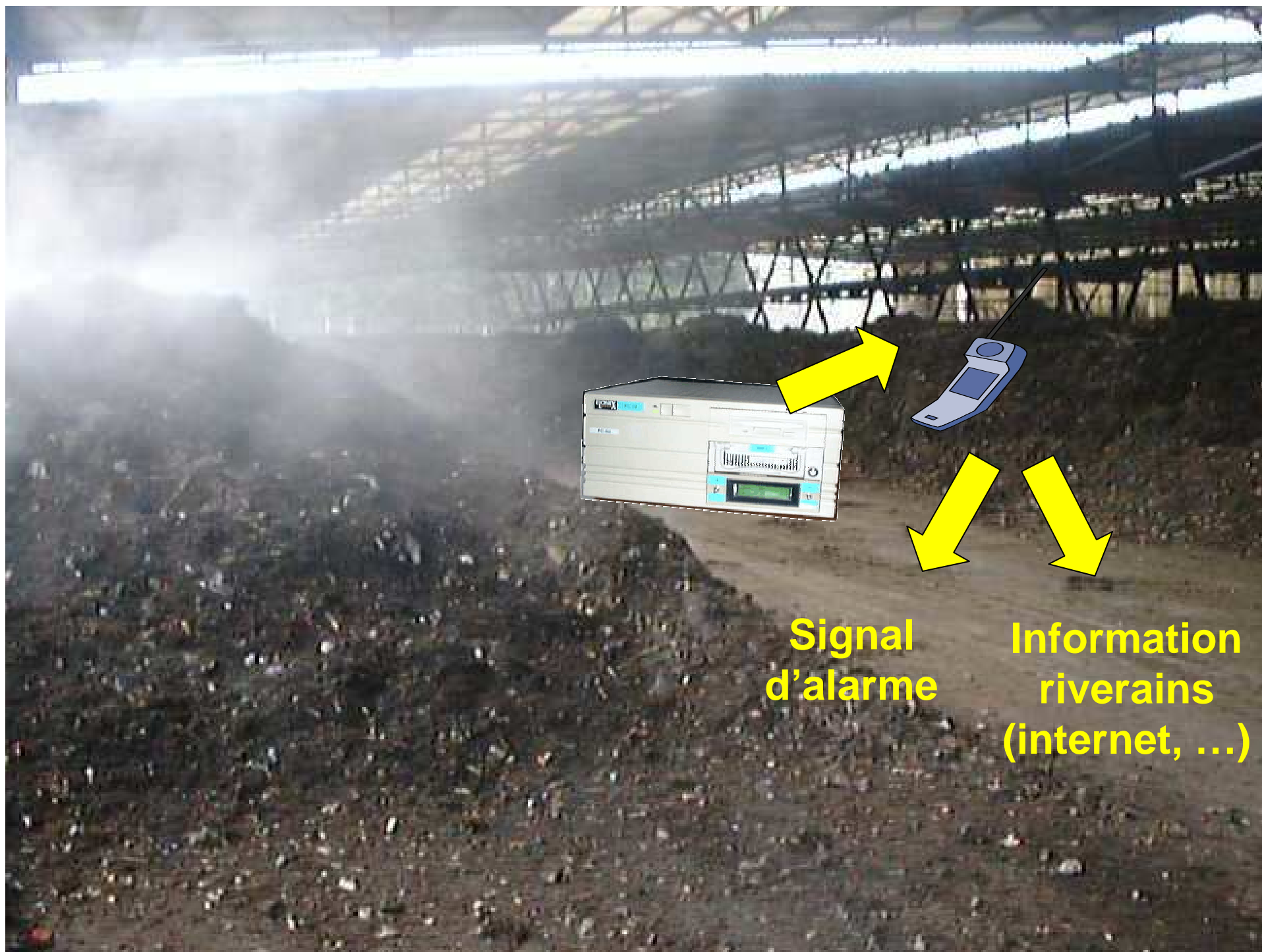
**Relier les signaux des capteurs à « l'intensité » de
l'odeur telle que déterminée par olfactométrie
Echantillons de compost (près de l'andain ou plus loin)**



Chevauchement des groupes : niveaux de « pureté » variables



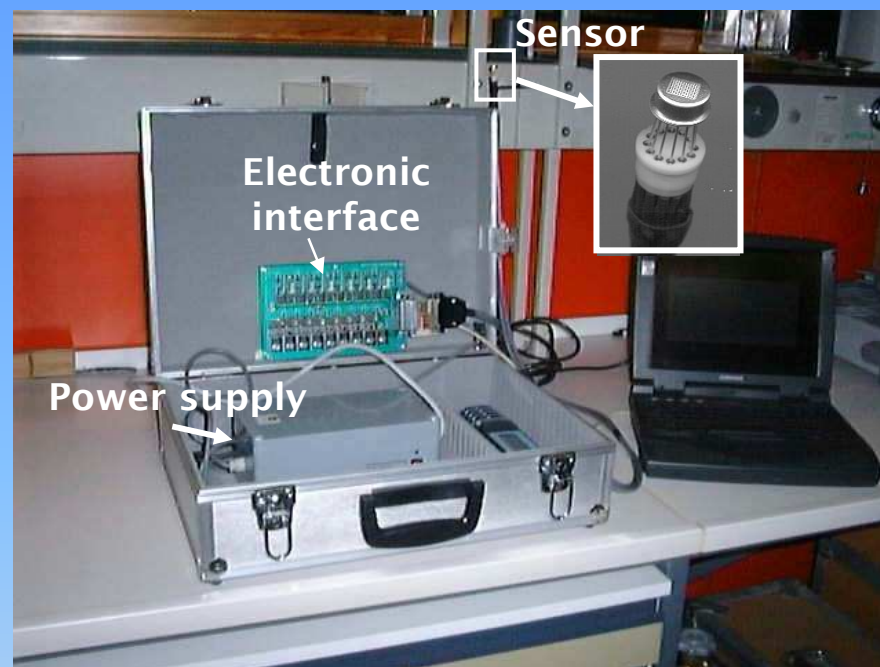
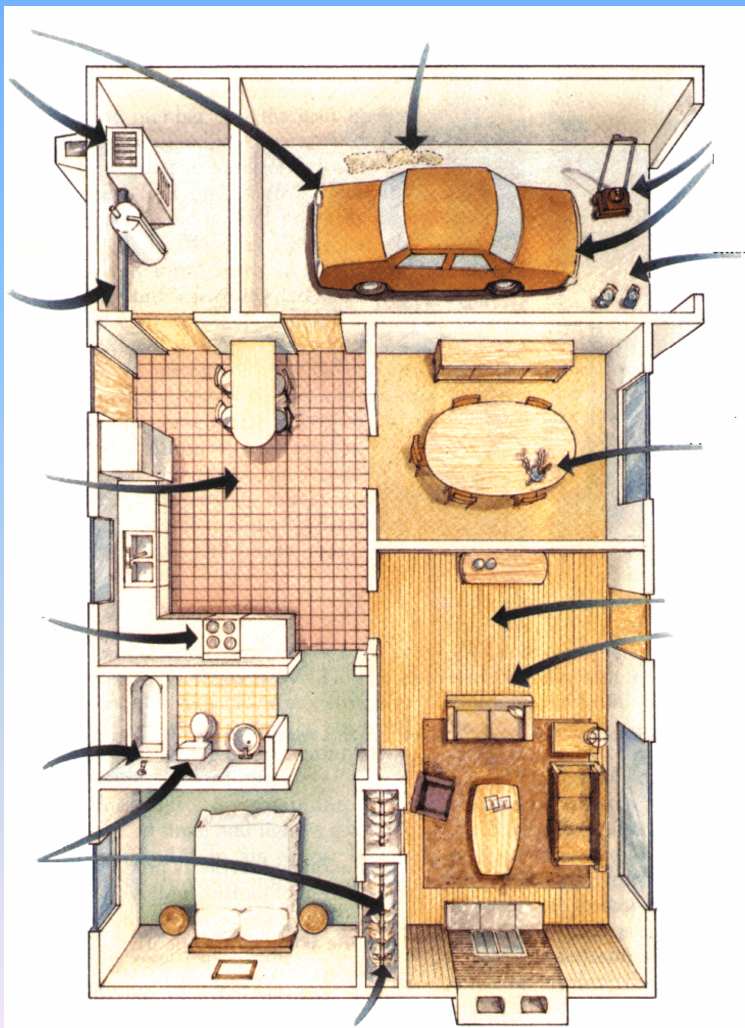




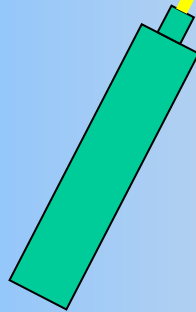
**Signal
d'alarme**

**Information
riverains
(internet, ...)**

Indoor air pollution



- **Corrélation entre les signaux des capteurs et la concentration en solvants (mesurée par GCMS)**
- **Détection rapide des moisissures par identification des COV qu'elles émettent**



Conclusion

- **Le nez électronique avec une configuration très simple fournit des résultats encourageants pour détecter une odeur dans l'environnement**
- **Il existe un espoir de pouvoir fabriquer des instruments portables capables de prévoir une odeur inconnue en temps réel sur le terrain**
- **Le monitoring des odeurs environnementales est un challenge, mais une simple estimation est suffisante
=> pas besoin de conditions opératoires très rigoureuses**
- **Il reste néanmoins beaucoup de travail à faire avant que le nez électronique ne devienne une réalité dans l'environnement**